

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-232163

(43)Date of publication of application : 02.09.1998

(51)Int.Cl.

G01H 3/08

B41J 29/08

G01H 17/00

G03G 21/00

(21)Application number : 09-035853

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 20.02.1997

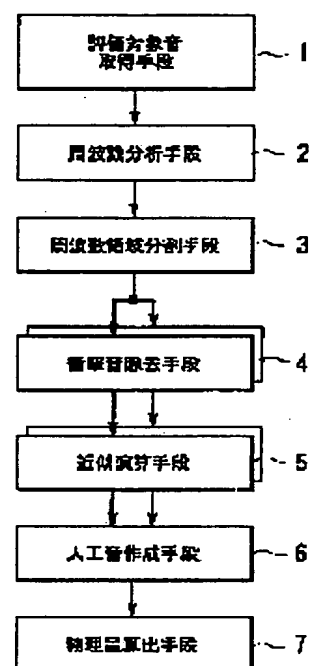
(72)Inventor : YOSHINO ONORI

## (54) DEVICE AND METHOD FOR EVALUATING TONE QUALITY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the evaluation of sound accurate and to facilitate countermeasure for psychological annoyance in the device for evaluating the oppressive sound, which is the constituent sound of noise.

SOLUTION: The noise obtained by an evaluation-object-sound pickup means 1 undergoes frequency analysis in a frequency analysis means 2. At this time, the frequency region is divided by a frequency-region dividing means 3 in correspondence with the noises source. The pure sound component is removed beforehand by a shock-sound removing means 4 for enhancing the evaluation accuracy in the respective frequency region. Thereafter, the analyzed frequency waveform is approximated by a plurality of straight lines in the frequency logic axis in an approximation means 5. The sound of the obtained region is evaluated by a physical quantity computing means 7. Furthermore, the analyzed frequency waveform approximated by the straight lines is reproduced by an artificial sound forming means 6. The reproduced sound is evaluated with the physical quantity computing means 7. Thus, the effect of the other constituent sound is not received, and only the oppressive sound can be evaluated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



4 1 9 9 8 0 5 0 0 0 9 8 2 3 2 1 6 3

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-232163

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup> 識別記号  
 G 0 1 H 3/08  
 B 4 1 J 29/08  
 G 0 1 H 17/00  
 G 0 3 G 21/00 5 3 0

F I  
 G 0 1 H 3/08  
 B 4 1 J 29/08 Z  
 G 0 1 H 17/00 C  
 G 0 3 G 21/00 5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-35853

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月20日

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社  
 東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 吉野 大典

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン  
 テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

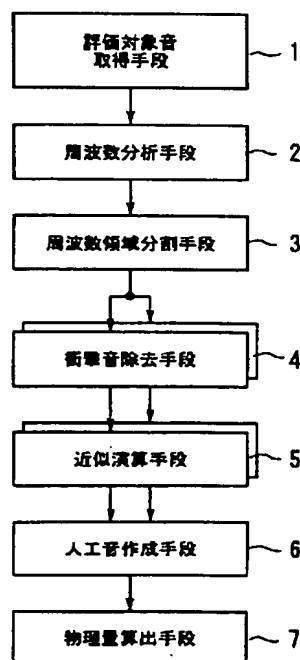
(74) 代理人 弁理士 服部 毅蔵

(54) 【発明の名称】 音質評価装置および音質評価方法

(57) 【要約】

【課題】 騒音の構成音である重苦しい音を評価する装置において、音の評価を精度良くし、心理的なうるささとの対応を容易にすることを目的とする。

【解決手段】 評価対象音取得手段1にて取得した騒音を周波数分析手段2にて周波数分析する。ここで、騒音源に応じて、周波数領域分割手段3にて周波数領域を分割し、それぞれの周波数領域にて、評価精度を上げるために衝撃音除去手段4にて純音成分をあらかじめ除去しておく。その後、近似演算手段5において、周波数対数軸における周波数分析波形を複数の直線によって近似し、そこで得られた領域の音を物理量算出手段7にて評価する。また、直線によって近似された周波数分析波形を人工音作成手段6によって再現し、その再現された音を物理量算出手段7で評価することにより、他の構成音の影響を受けることなく、重苦しい音のみを評価することができる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 騒音を構成している構成音の中で重苦しい音として認識される低周波ランダムノイズを評価する音質評価装置において、評価対象とする音を採取して電気信号に変換する評価対象音取得手段と、前記電気信号を周波数分析する周波数分析手段と、前記周波数分析手段により周波数分析したときの周波数と音圧レベルとの関係を周波数対数軸に対して直線で近似した領域を算出する近似演算手段と、直線で近似された領域の周波数特性から音の物理量を算出する物理量算出手段と、を備えていることを特徴とする音質評価装置。

【請求項2】 前記近似演算手段が近似演算を行う前の前記周波数と音圧レベルとの関係を表すデータに対して衝撃音を除去する衝撃音除去手段をさらに備えていることを特徴とする請求項1記載の音質評価装置。

【請求項3】 前記衝撃音除去手段は、前記周波数と音圧レベルとの関係を表すデータから音圧レベルのピークを検出するピーク検出手段と、前記ピーク検出手段にて検出されたピークが存在する領域を前記近似演算手段による近似演算の対象から除く演算対象データ選択手段とを有することを特徴とする請求項2記載の音質評価装置。

【請求項4】 前記周波数分析手段により周波数分析された前記周波数と音圧レベルとの関係を表すデータを複数の周波数領域に分割し、前記近似演算手段による周波数と音圧レベルとの関係の直線近似を複数の直線で行うようにする周波数領域分割手段をさらに備えていることを特徴とする請求項1記載の音質評価装置。

【請求項5】 前記周波数領域分割手段は、略1kHzの周波数を境にして二つの周波数領域に分割したことを特徴とする請求項4記載の音質評価装置。

【請求項6】 前記評価対象音取得手段は、前記電気信号をデジタル信号に変換し、前記デジタル信号から前記周波数と音圧レベルとの関係の直線近似を行うようにするデジタル信号変換手段を有していることを特徴とする請求項1記載の音質評価装置。

【請求項7】 前記近似演算手段により直線で近似された領域の周波数特性を有する音を人工的に作成し、作成された人工音から前記物理量算出手段が音の物理量を算出するようにする人工音作成手段をさらに備えていることを特徴とする請求項1記載の音質評価装置。

【請求項8】 前記人工音作成手段は、広帯域のランダムノイズを生成するランダムノイズ生成手段と、前記直線で近似された周波数領域の形状を再現し、前記ランダムノイズ生成手段で生成されたランダムノイズを入力とするフィルタ手段とを有することを特徴とする請求項7記載の音質評価装置。

【請求項9】 騒音を構成している構成音の中で重苦しい

2

い音として認識される低周波ランダムノイズを評価する音質評価方法において、評価対象とする音を採取して電気信号に変換し、前記電気信号を周波数分析し、前記周波数分析手段により周波数分析したときの周波数と音圧レベルとの関係を周波数対数軸に対して直線で近似した領域を算出し、直線で近似された領域の周波数特性から音の物理量を算出する、

10 ことからなる音質評価方法。

【請求項10】 前記直線で近似した領域を算出するステップの前に、前記周波数と音圧レベルとの関係を表すデータから衝撃音を除去するステップを有することを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【請求項11】 前記衝撃音を除去するステップは、前記周波数と音圧レベルとの関係を表すデータから音圧レベルのピークを検出し、検出されたピークが存在する領域を近似演算の対象から除くステップからなることを特徴とする請求項10記載の音質評価方法。

20 【請求項12】 前記周波数分析をするステップの後に、周波数分析された前記周波数と音圧レベルとの関係を表すデータを複数の直線で近似するために複数の周波数領域に分割するステップを有することを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【請求項13】 前記複数の周波数領域に分割するステップは、前記周波数と音圧レベルとの関係を表すデータを略1kHzの周波数を境にして二つの周波数領域に分割することを特徴とする請求項12記載の音質評価方法。

30 【請求項14】 前記電気信号に変換するステップは、前記電気信号をさらにデジタル信号に変換するステップを有することを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【請求項15】 前記直線で近似した領域を算出するステップの後に、直線で近似された領域の周波数特性を有する音を人工的に作成し、作成された人工音に対して音の物理量を算出させるステップを有することを特徴とする請求項9記載の音質評価方法。

【発明の詳細な説明】

40 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は音質評価装置および音質評価方法に関し、特に複写機やプリンタなどのオフィス機器から発生する排気音などのエアフロー系の騒音の音質を評価する音質評価装置および音質評価方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、環境へのやさしさの観点から、騒音問題への関心が高まってきており、オフィス機器に対しても騒音低減の要望が高まってきている。従来、騒音のうるさを評価する方法として、等価騒音レベル（J

3

IS Z8731)が一般的に用いられている。しかしながら、等価騒音レベルは、複写機やプリンタなどのオフィス機器から発生する騒音の心理的なうるささとの相関があまり良くないことが知られている。

【0003】これは、人が騒音のうるさを評価する場合には、騒音全体の大きさで判断しているのではなく、騒音に含まれている音の種類ごとにうるさを判断しているためである。音の種類とは、たとえば低周波の重苦しい音、高周波の甲高い音、衝撃的に発生する音などである。そこで、従来では、自動車の室内騒音や空調機騒音のような音色の単調なものに対しては、いくつかの音質評価方法が提案されている。

【0004】しかし、複写機やプリンタなどのオフィス機器から発生する騒音は、機構の複雑さから、多くの音色の騒音によって構成されており、一つの物理量では評価が困難である。そこで、いろいろな音色の騒音が重なり合っている中から、それらを分解して、個々の音の心理的なうるささと合った評価尺度を求めることが必要である。

【0005】そこで、代表的な複写機やプリンタの騒音を分析し、これらの騒音を構成している個々の構成音を聴覚的に認識できる音色で分類し、擬音による表現で抽出した。ここで抽出された音は、ファンなどの排気による空力音で構成される低周波のランダムノイズである「ゴー音」、用紙のこすれによる高周波のランダムノイズである「シャー音」、原稿読み取りのスキヤナの移動による瞬間的に発生する純音の「ウィン音」、スキヤナモータなどの高速回転や電磁波による純音の「キーン音」、駆動系のうなりによる近接する複数の純音からなる「ウォンウォン音」、用紙の搬送系による衝撃音である「カチャ音」の六つである。これらの構成音を図を用いて以下に説明する。

【0006】図9は異なる機種種の複写機やプリンタの動作中の代表的な騒音波形を示した図であって、(A)および(B)は時間軸における音圧レベルの変化を示したものであり、(C)は周波数軸における音圧レベルの分布を示している。

【0007】擬音により表現した構成音において、ゴー音は、図9(C)において斜線で示した約100Hz～5kHzの周波数領域に分布している音であり、聴覚的には低周波の重苦しい音として感じる音である。シャー音は、図9(C)において網かけで示した約5kHz以上の周波数領域に分布している音で、ゴー音と比較して音圧レベルは小さいものの認識しやすく、耳障りに感じる音である。ウィン音は、図9(A)において網かけで示した周期的に発生する部分の音であり、発生している時間は短い、瞬間的な音圧レベルは大きい。キーン音は、図9(C)において星印で示した連続的に発生する純音であり、周囲の周波数成分の音圧レベルに対して大きく突出しているときに認識しやすい音である。ウォン

4

ウォン音は、図9(B)において斜線で示した部分の音であり、音圧レベルの振幅変調波であって、低周波のうなりとして認識される音である。そして、カチャ音は、図9(A)および(B)において丸で囲んだ部分で瞬間的な音圧レベルのピークを持つ衝撃音であり、瞬間的な音圧レベルの変化が大きいことから認識しやすい音である。

【0008】本発明は、これら構成音の中のゴー音の抽出および評価に関するものである。複写機やプリンタは、駆動部分や熱源が多いために、ファンなどを用いた排熱が必須となっている。したがって、空力音で構成されるゴー音は複写機やプリンタなどのオフィス機器を設置している場所では必ず耳にする音である。しかし、長時間ゴー音のような低周波の重苦しい音が発生する環境に置かれると、気分が悪いとか不快で仕事にならないなどといった苦情も多く聞かれ、ゴー音のみの心理的なうるさを精度良く評価する必要性が出てきている。このような音の評価するためのものとして、たとえば特開平6-117912号公報や特開平8-297048号公報に記載のものがある。

【0009】特開平6-117912号公報に記載の評価方法では、騒音波形の包絡線を検出し、この波形から音質の評価値を演算している。この方法は、連続した音だけで構成されている騒音の変動感の評価に適している。

【0010】また、特開平8-297048号公報に記載の評価方法では、周波数帯域フィルタで所定の周波数成分だけを抽出し、その抽出波形から所定音圧以下の範囲の音で構成されている騒音を評価するようにしている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、複写機やプリンタの騒音は、回転系による純音や用紙の搬送系の衝突音なども同時に発生しているので、特開平6-117912号公報に記載の方法を用いてゴー音のうるさを評価しようとしても、常に他の音の影響を強く受けてしまい、ゴー音のみが心理的なうるささに与える影響を調べることができない。また、ゴー音は広帯域に分布するランダム音であるので、ゴー音の抽出に特開平8-297048号公報に記載の方法のようなフィルタを用いたとしても、フィルタにて抽出した騒音には別の回転系による純音や用紙の搬送系の衝突音なども多く含まれてしまうので、ゴー音のみを評価することができない、という問題点があった。

【0012】本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、多くの音色の音によって構成されている騒音から、排気音などのエアフロー系にて発生する重苦しい騒音であるゴー音のみの評価を可能とする音質評価装置および音質評価方法を提供することを目的とする。

【0013】

5

【課題を解決するための手段】本発明では上記問題を解決するために、騒音を構成している構成音の中で重苦しい音として認識される低周波ランダムノイズを評価する音質評価装置において、評価対象とする音を採取して電気信号に変換する評価対象音取得手段と、前記電気信号を周波数分析する周波数分析手段と、前記周波数分析手段により周波数分析したときの周波数と音圧レベルとの関係を周波数対数軸に対して直線で近似した領域を算出する近似演算手段と、直線で近似された領域の周波数特性から音の物理量を算出する物理量算出手段とを備えていることを特徴とする音質評価装置が提供される。

【0014】このような音質評価装置によれば、近似演算手段により周波数と音圧レベルとの関係を周波数対数軸に対して直線で近似し、そこで得られた領域の重苦しい騒音に対応する音を物理量算出手段にて評価することにより、重苦しい騒音のみが評価され、純音などの音は直線で近似されることにより影響を受けることが少なく、心理的なうるささとの対応も容易になる。

【0015】また、本発明によれば、騒音を構成している構成音の中で重苦しい音として認識される低周波ランダムノイズを評価する音質評価方法において、評価対象とする音を採取して電気信号に変換し、前記電気信号を周波数分析し、前記周波数分析手段により周波数分析したときの周波数と音圧レベルとの関係を周波数対数軸に対して直線で近似した領域を算出し、直線で近似された領域の周波数特性から音の物理量を算出することからなる音質評価方法が提供される。

【0016】この音質評価方法では、評価対象の音を周波数分析し、このときの周波数と音圧レベルとの関係を周波数対数軸に対して直線で近似することにより、純音などの音の影響のない重苦しい騒音に対応する音を得、この音の評価するようにした。これにより、重苦しい騒音のみが評価されることにより、心理的なうるささとの対応も容易になる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明するが、まず、本発明の概略について説明する。

【0018】図1は本発明の原理的な構成を示す図である。本発明の音質評価装置は、特に、騒音の中で重苦しい音として認識されるエアフロー系の低周波ランダムノイズを評価するものであって、評価対象の騒音を取得する評価対象音取得手段1と、取得した騒音を周波数分析する周波数分析手段2と、周波数分析されたデータを複数の周波数領域に分割する周波数領域分割手段3と、複数の分割された周波数領域ごとに周波数分析されたデータから衝撃音を除去する複数の衝撃音除去手段4と、周波数領域ごとにエアフロー系の低周波ランダムノイズの周波数波形を直線で近似する複数の近似演算手段5と、複数の近似演算手段5にてそれぞれ近似された直線から

6

なる周波数特性の音を人工的に再現する人工音作成手段6と、人工的に作られた音を評価する物理量算出手段7とから構成されている。

【0019】上記構成の音質評価装置によれば、まず、評価対象音取得手段1が評価対象とする音を採取して電気信号に変換する。次に、評価対象音取得手段1にて得られた電気信号を周波数分析手段2が周波数分析し、その周波数分析されたデータを周波数領域分割手段3が複数の周波数領域に分割する。分割されたデータは衝撃音除去手段4にてこのデータに含まれている衝撃音があらかじめ除去されて、近似演算手段5に入力される。近似演算手段5では、複数の周波数領域ごとに周波数と音圧レベルとの関係を周波数対数軸に対して直線で近似する。これにより、騒音に多く含まれている純音などの影響のない、エアフロー系の低周波ランダムノイズの周波数波形における特徴が、近似直線により高い精度で求められることになる。次に、近似演算手段5で得られた直線近似の領域の周波数特性を有する音が人工音作成手段6により作成される。物理量算出手段7は人工音作成手段6で作成された人工音に対して物理量を算出する。これにより、物理量の算出は騒音の他の構成音である余分な騒音成分を含まない音を対象としているので、算出結果は心理的なうるささとほぼ対応したものとなる。

【0020】次に、本発明の実施の形態を、複写機およびプリンタが発生する騒音の評価に適用した場合であって、周波数分析されたデータが二つの周波数領域に分割されて処理される場合を例にして説明する。

【0021】図2は本発明の音質評価装置の構成を示すブロック図である。この図2において、評価対象音を取得する部分は、評価対象音を電気信号に変換するマイクロホン11と、このマイクロホン11から出力されたアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D(analog-to-digital)変換器12と、変換されたデジタル信号を記憶するデータ記憶器13とから構成される。この構成例では、A/D変換器12によりマイクロホン11からのアナログの音をデジタル信号に変換している。これは、音の信号をデジタル信号にすることで、一度測定したデータは一定に保たれるためにデータの信頼性が増し、このデジタル信号から周波数と音圧レベルの関係を近似していることで、近似演算の精度が向上するからである。データ記憶器13は、たとえばDAT(Digital Audio Tape)、MD(Mini Disc)、パーソナルコンピュータ内のハードディスクなどで構成することができる。データ記憶器13の出力は特徴量算出装置14の入力に接続される。

【0022】特徴量算出装置14は、データ記憶器13からのデジタル信号を受けて周波数分析を行う周波数分析部140と、この周波数分析部140の出力データを二つの周波数領域に分割する二つの周波数フィルタ141、142と、これら周波数フィルタ141、142の

10

20

30

40

50

7

出力データのピーク波形を検出するピーク検出部143, 144と、これらピーク検出部143, 144にて検出されなかったデータを選択するデータ選択部145, 146と、これらデータ選択部145, 146にて選択されたデータを受けて近似演算を行う近似演算部147, 148と、これら近似演算部147, 148で得られた直線の出力データを受けて直線の交点を演算する交点演算部149と、この交点演算部149の出力データをもとに音を作成する人工音作成部150と、この人工音作成部150から出力された人工音を受けて物理量

を算出する物理量算出部151とから構成されている。  
 【0023】ここで、周波数フィルタ141, 142は周波数分析部140による分析データから二つの周波数領域を抽出するためのもので、たとえば通過帯域の異なる二つのバンドパスフィルタによって構成される。これは、次の理由による。すなわち、代表的な複写機やプリンタでは、その騒音の分析の結果、騒音の構成音の中のゴー音は、約100Hz～5kHzの周波数領域に分布しており、周波数と音圧レベルとの関係を周波数対数軸に対して直線で近似しようとする場合に、ゴー音の重苦しさを支配する低周波領域と高周波領域とがそれぞれ傾きの異なる2直線で近似できることが分かっていることと、その2直線の近似演算を同時に行えば、演算を効率よく行うことができることによる。また、ゴー音の低周波領域と高周波領域との境目はおおよそ500～1.5kHzの周波数領域に分布しているので、周波数と音圧レベルとの関係を近似するための周波数領域を略1kHzを境にして二分している。したがって、周波数フィルタ141は約100Hz～1kHzの通過帯域を有し、周波数フィルタ142は約1kHz～5kHzの通過帯域を有している。このように、近似の領域の境をあらかじめ約1kHzと固定しておくことにより、効率の良い近似演算を可能にしている。

【0024】ピーク検出部143, 144およびデータ選択部145, 146は、瞬間的な音圧レベルのピークを持った純音成分を除去する機能を有する。前述の通り、複写機やプリンタから発生する騒音には、キーン音やウォンウォン音などの純音成分が多く含まれていることが分かっている。これらの純音成分を持つ周波数の音圧レベルは、隣接する周波数の音圧レベルに対して大きいところでは40dB以上突出している。したがって、純音成分を含んだままでは、純音の影響が大きすぎて、ゴー音のみの特徴を抽出することが困難である。そこで、ピーク検出部143, 144によってピークを持つ周波数を検出し、データ選択部145, 146でピークを持たない周波数のデータのみを選択し、このピークを持たない周波数のデータを用いて直線近似をするようにしている。これにより、一層精度の良い近似を可能にしている。

【0025】ここで、ピーク検出部143, 144はコ

8

ンピュータによる演算装置によって構成することができ、たとえば次のような演算を行う。すなわち、周波数分析器140によって求められた分析結果を取り込み、隣接する周波数からその音圧レベルの変化量を計算し、その変化量があるしきい値を超えた場合にピークがあると判断する、という演算を行う。

【0026】また、データ選択部145, 146もコンピュータによる演算装置によって構成することができ、たとえば次のような演算を行う。すなわち、ピーク検出部143, 144によって求められたデータを取り込んで、ピークと判断された周波数の音圧レベルをゼロとするような演算を行う。

【0027】次に、近似演算部147, 148はコンピュータによる演算装置によって構成することができ、たとえば次のような演算を行う。すなわち、近似演算部147, 148はデータ選択部145, 146によって選択されたデータを取り込み、約100Hz～1kHzの周波数領域および約1kHz～5kHzの周波数領域にて、周波数分析結果を回帰分析することにより、近似直線を求めている。

【0028】交点演算部149はコンピュータによる演算装置によって構成され、近似演算部147, 148にてそれぞれ演算された近似直線を取り込んで、それら直線の交点を演算により求めるものである。

【0029】人工音作成部150は、交点演算部149により求められた近似直線をもとに、その直線で近似された周波数分布を有する人工的な音を作成する。後続する物理量算出部151では、この人工音に対して、音の特徴量を算出する。これは、複写機やプリンタの実機音を用いて、たとえば等価騒音レベルやラウドネスレベルなどの物理量を測定する場合には、ゴー音のみの結果ではなく、純音などの影響を強く受けた結果になってしまうためである。ここで、人工音作成部150は、たとえば広帯域ランダムノイズの作成機能、近似直線を再現するための周波数フィルタの作成、周波数フィルタ機能、および全体の音量調整機能を有する音響解析装置によって構成される。

【0030】そして、人工音作成部150にて作成された人工音から音の特徴量を算出する物理量算出部151は、算出しようとする特徴量に応じて種々の装置を使用することができる。たとえば、音の大きさを求める場合には、物理量算出部151として騒音計が用いられる。また、音の周波数軸による特徴を求めるという場合には、物理量算出部151として、周波数分析器などの信号分析器が用いられる。さらに、時間軸波形や周波数波形上での編集および等価騒音レベルやラウドネスレベルなどの物理量の計算などを行う場合には、コンピュータ上で動作する音響解析装置が用いられる。

【0031】次に、図3を参照して、上記構成を有する音質評価装置の処理の流れについて説明する。図3は音

質評価装置の処理の流れを示すフローチャートである。まず、複写機やプリンタから発生する騒音はマイクロホン11によって騒音信号として電気信号に変換される(ステップS1)。電気信号に変換された騒音信号はA/D変換器12によってデジタル信号に変換され(ステップS2)、データ記憶器13に收容される(ステップS3)。ここで、電気信号をデジタル信号に変換しておくことにより、周波数と音圧レベルとの関係はデジタル信号から近似されることになり、データの信頼性が向上し、周波数波形における特徴を精度高く求められる。そして、デジタル信号に変換された騒音信号は、特徴量算出装置14によって特徴が分析され、さまざまな物理量が算出されることになる。

【0032】特徴量算出装置14において、まず、データ記憶器13から供給された騒音信号は周波数分析部140にて周波数分析される(ステップS4)。周波数分析された騒音信号は、周波数フィルタ141、142において、100~1kHzのデータと1k~5kHzのデータとに分けられ、それぞれピーク検出部143、143に送られる(ステップS5、S6)。このように、周波数と音圧レベルの関係を近似するための周波数領域を略1kHzを境にして二つの領域に分割することにより、近似演算が効率の良くなる。この二つの周波数範囲は、いくつかの複写機およびプリンタの騒音を分析した結果から求めたものであり、周波数と音圧レベルとの関係をゴ音の重苦しさを支配する低周波領域と高周波領域との二つの領域でそれぞれ異なる傾きで近似できることによる。ここで、最小周波数を100Hzとしたのは、100Hz以下の領域は暗騒音の影響を強く受けることと、人間の聴感としての感度が悪いことから決めている。もちろん、測定環境が良い場所では、100Hz以下のデータを用いても構わない。また、最大周波数を5kHzとしたのは、5kHz以上の領域に用紙のこすれ音であるシャー音が多く含まれていることが多く、分析が困難であるためである。したがって、用紙の搬送速度が遅くシャー音の少ない機種では5kHz以上でも近似は可能である。

【0033】ピーク検出部143、143では周囲の周波数と音圧レベルの比較を行い、音圧レベルの突出量を求める(ステップS7、S8)。次いで、データ選択部145、146において、突出量がしきい値以下のデータだけを取り出すことで、周波数波形にピークを持つ純音成分の周波数を削除し、ゴ音のデータを近似演算部(ステップS9、S10)に送る。ここで、ピーク検出部143、143が、純音成分か否かを見極める方法として、対象の周波数の音圧レベルと隣の周波数の音圧レベルとの音圧レベル差を用いた。この音圧レベル差があるしきい値を超えたものを純音と判断して、そのデータを削除する。しきい値の決め方としては、音響解析ソフトなどを用いて作成した広帯域ランダム音の分析結果を

参考にした。

【0034】図4はホワイトノイズの周波数分析結果を示す図である。このホワイトノイズの周波数分析結果から、この波形で隣同士の周波数における音圧レベルの差を計算したところ、最大で2.4dBであった。そこで、本実施の形態では、純音でないものが純音と検出されてしまわないように、しきい値を2.4dBよりも大きな3dBと設定し、隣同士の周波数における音圧レベルの差が3dB以上であるものを純音と見做した。なお、周波数分析において、ある周波数の値が分析の周波数幅の関係で二つの周波数に分かれてしまうことも考慮して、二つ前の周波数における音圧レベルとの差が5dB以上であるものも純音とした。

【0035】この方法で純音成分のあまり含まれていない機種と、純音成分が含まれている機種の2機種について周波数フィルタ141を通った100~1kHzの騒音を分析した例を図5に示す。

【0036】図5はデータの取り扱いを説明するための図であって、(A)は純音成分の少ない機種、(B)は純音成分が含まれている機種についての近似演算に用いるデータを示している。図5(A)、(B)において、実線は実際の機種の周波数分析結果である。これらについて、前述のピーク検出部143、144を用いて、純音データを除去したものが「●」で示したデータである。それぞれ、純音のピークがおおむね除去されていることが分かる。

【0037】この「●」で示したデータのみが近似演算部147、148に入力され、そのデータのみから、近似直線を回帰分析によって近似直線の傾きと切片とが求められる(ステップS11、S12)。なお、近似演算部147によって求めた近似線を図5(A)、(B)において点線で示した。

【0038】近似演算部147、148により100~1kHzと1k~5kHzの周波数領域で個々に求められた近似直線のデータは、交点演算部149に送られ、2直線の傾きと切片および2直線の交点周波数が算出され、ゴ音の周波数形状が決定される(ステップS13)。近似演算部147、148および交点演算部149による近似結果を図6に示す。

【0039】図6は周波数と音圧レベルとの近似結果を示す図であって、(A)はゴ音が多く含まれている機種、(B)はゴ音が小さく、大きく突出した純音を含んでいる機種の近似結果を示している。この図6において、実線は実機の騒音の周波数分析結果、一点鎖線は実機音の100~5kHzの領域のデータを純音データを除去せずに用いて求めた近似直線(通常近似)、点線は100~5kHzのデータから純音データを除去した残りのデータに対して求めた近似直線である。これらの図より、大きな純音成分を持つ機種の騒音を実機音のデータから直接近似したものは、図6(B)の一点鎖線のよ



11

うに、純音の影響で大きく評価されてしまうが、図6 (B) の点線のように、純音の成分を除去したデータを用いることでより実際のゴー音の大きさを評価できるようになる。

【0040】次に、近似演算部147、148および交点演算部149で求めた近似直線をもとに、その近似直線の周波数分布を再現する人工音を作成される(ステップS14)。本実施の形態では、元音としてホワイトノイズを用い、音響解析ソフトを用いて近似直線の形状を再現するための周波数フィルタを作成した。そして、作成した周波数フィルタにホワイトノイズを入力することにより、その周波数フィルタの出力にはゴー音成分のみを再現した音を作成されることになる。そして、このようにして作成された人工音は物理量算出部151にて直接測定され、ゴー音のさまざまな特徴を表わす物理量が算出される(ステップS15)。物理量の例としては、近似直線の傾き、二つの近似直線の交点周波数、近似直線の特定周波数における音圧レベル、ゴー音のみの等価騒音レベル、などがある。物理量算出部151では、ゴー音成分のみからなる人工音を直接測定するので、その算出結果は心理的なうささとも対応付けられたものとなる。

【0041】次に、ゴー音の測定結果と心理的なうささとの対応を調べた例を示す。図7は人工音および実機音の等価騒音レベルの測定結果を示す図である。この図7において、機種Aおよび機種Bは図6 (A) および (B) で示したゴー音が多く含まれている機種およびゴー音が小さく、大きく突出した純音を含んでいる機種に対応し、これらの機種に対して、実機音の音に5kHz以下の通過帯域を有するローパスフィルタを通した音(実機音)、実機音のデータから作成した人工音(実機近似)、純音成分を除去したデータから作成した人工音(純音除去)の3種類の音の等価騒音レベルの測定結果を示している。

【0042】図7より、純音成分をあまり含まない機種Aでは、測定結果の差があまり見られない。しかし、大きな純音を含む機種Bでは、実機音をそのまま測定したものでは純音の影響が大きく、この機種の例では約6dB A以上の過大評価をしてしまうことが分かる。また、純音の成分を除去したデータから近似した人工音はさらに1dB A程度小さくなり、よりゴー音のみの評価できるようになっていることが分かる。

【0043】図8は等価騒音レベルと心理的なうささとの関係を示す図であって、(A) は実機音、(B) は人工音の等価騒音レベルの測定結果を示している。この図8において、(A) の縦軸は実機音の音に5kHz以下の通過帯域を有するローパスフィルタを通した音(実機LP)の等価騒音レベルを示し、(B) の縦軸は純音成分を除去したデータから作成した人工音(純音除去)の等価騒音レベルを示している。また、図8の(A) およ

12

び(B)の横軸は8機種の代表的な複写機およびプリンタの実機音の心理的なうささを等価騒音レベルに換算した主観的等価値(PSE: Point of Subjective Equality)である。心理的なうささは、官能評価によって求めた。

【0044】この図8より、実機音にローパスフィルタをかけた音の等価騒音レベルよりも純音を除去したデータから作成した人工音の等価騒音レベルの方が主観的等価値との相関が高いことが分かる。たとえば、図8の

(A) に示したように、51~52dB A程度の等価騒音レベルを示す機種が5機種あるが、それぞれ心理的なうささは大きく相違っていて、相関は低いことが分かる。一方、図8の(B)では、各機種の等価騒音レベルはほぼ回帰直線に沿った位置にあり、相関が高いことが分かる。すなわち、ここで示した機種では、純音の大きさよりも、ゴー音の大きさの心理的なうささへの効果が大きいということが分かる。したがって、いろいろな音色の騒音から構成されている複写機・プリンタの騒音において、騒音全体を測定した等価騒音レベルは、心理的なうささと相関があまり良くないが、低周波領域の重苦しいと認識されているゴー音のみを抽出した場合は、等価騒音レベルと心理的なうささとの相関が良くなるということが分かる。

【0045】以上、本発明の実施の形態は、音質評価の対象を複写機やプリンタから発生する騒音の構成音であるゴー音とし、このゴー音の分布する約100~5kHzの周波数領域を約1kHzで2分し、2系統で演算処理して二つの直線でゴー音の周波数と音圧レベルとの関係を近似する場合について説明した。しかし、プリント速度が遅い機種などでは、ファンの回転が低く、ゴー音の傾きの差が小さい場合もあり、このような場合には近似直線の一つにしても構わない。したがって、ゴー音の重苦しさを支配する周波数と音圧レベルとの関係が一つの直線で近似できる場合には、周波数フィルタから近似演算部までは1系統でよい。逆に、周波数と音圧レベルとの関係が三つ以上の直線で近似される場合には、周波数フィルタから近似演算部までを3以上の系統で演算することになる。

【0046】また、以上の説明では、近似演算部はゴー音の分布する約100~5kHzの周波数領域において周波数分析結果を回帰分析することにより近似直線を求めていたが、ゴー音が広い周波数領域に平均して分布していて周波数と音圧レベルとの関係が一つの直線で近似できるような場合には、その周波数領域または全周波数の平均値を求めるようにしてもよい。

【0047】さらに、上記のピーク検出部では、対象の周波数の音圧レベルと一つおよび二つ前の周波数の音圧レベルとの差があるしきい値を超えたものを純音と判断したが、ある周波数帯域における音圧レベルの平均値とその帯域内の個々の周波数の音圧レベルとを比較し、音

13

圧レベルと平均値との差があるしきい値を超えた場合にピークがあると判断したり、周波数における微分を計算し、上に凸であり、かつ、凸部の開始点から頂点までの変化量があるしきい値を超えた場合にピークがあると判断するようにしてもよい。

【0048】また、上記のデータ選択部では、ピーク検出部にてピークと判断された周波数の音圧レベルをゼロとするようにしたが、ピーク検出部にてピークと判断された周波数のデータに近似演算に用いないような印を付したり、ピークと判断された周波数と音圧レベルのデータとを全て削除するようなデータ選択方法を採用してもよい。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、評価対象とする音を周波数分析したときの周波数と音圧レベルの関係を周波数対数軸に対して直線で近似することにより、簡単な構成で低周波の重苦しい音の特徴を抽出することが容易となり、これらの音の心理的なうるささとの対応付けが可能となることで、心理的なうるささとの対応の良い音質評価装置および音質評価方法を提供することができる。

【0050】また、評価対象音を周波数分析したときの周波数と音圧レベルの関係を近似する直線の数を経験音の特性に応じて複数とすることで、周波数波形における特徴をより精度高く求めることが可能となる。

【0051】また、評価対象音を周波数分析したときの周波数と音圧レベルの関係を近似するときに、あらかじめピークのデータを除去しておくことにより、複写機やプリンタに多く含まれている純音成分の影響を取り除いた周波数波形における特徴を精度高く求めることが可能となる。

【0052】また、直線で近似した周波数分布を元に人工音を作成し、この人工音に対して、音の特徴量を算出することにより、衝撃音の影響を除いたさまざまな物理量を得ることができ、ゴー音のみの心理的なうるささと

14

の対応付けが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理的な構成を示す図である。

【図2】本発明の音質評価装置の構成を示すブロック図である。

【図3】音質評価装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】ホワイトノイズの周波数分析結果を示す図である。

【図5】データの取り扱いを説明するための図であって、(A)は純音成分の少ない機種、(B)は純音成分が含まれている機種についての近似演算に用いるデータを示している。

【図6】周波数と音圧レベルとの近似結果を示す図であって、(A)はゴー音が多く含まれている機種、(B)はゴー音が小さく、大きく突出した純音を含んでいる機種の近似結果を示している。

【図7】人工音および実機音の等価騒音レベルの測定結果を示す図である。

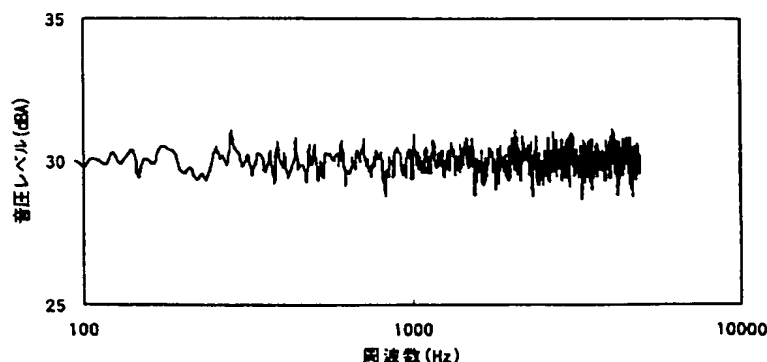
【図8】等価騒音レベルと心理的なうるささとの関係を示す図であって、(A)は実機音、(B)は人工音の等価騒音レベルの測定結果を示している。

【図9】異なる機種の複写機やプリンタの動作中の代表的な騒音波形を示した図であって、(A)および(B)は時間軸における音圧レベルの変化を示したものであり、(C)は周波数軸における音圧レベルの分布を示している。

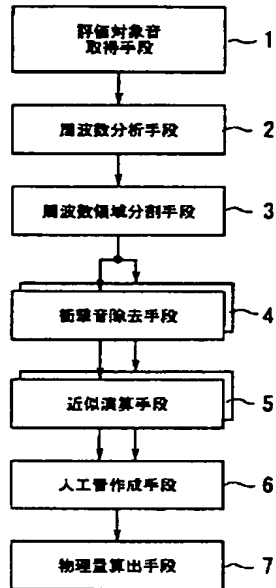
【符号の説明】

- 1 評価対象音取得手段
- 2 周波数分析手段
- 3 周波数領域分割手段
- 4 衝撃音除去手段
- 5 近似演算手段
- 6 人工音作成手段
- 7 物理量算出手段

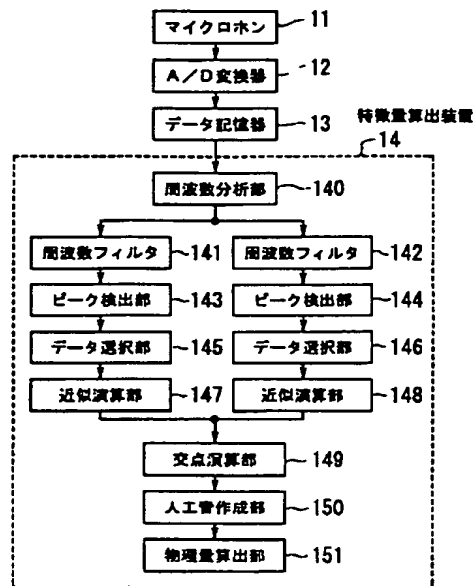
【図4】



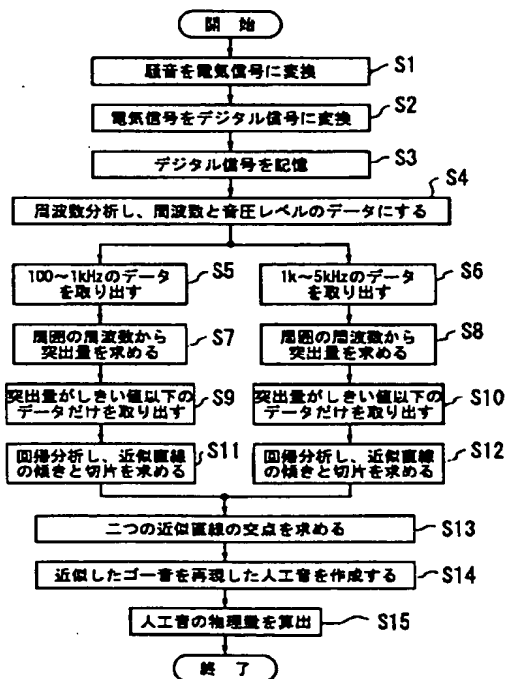
【図1】



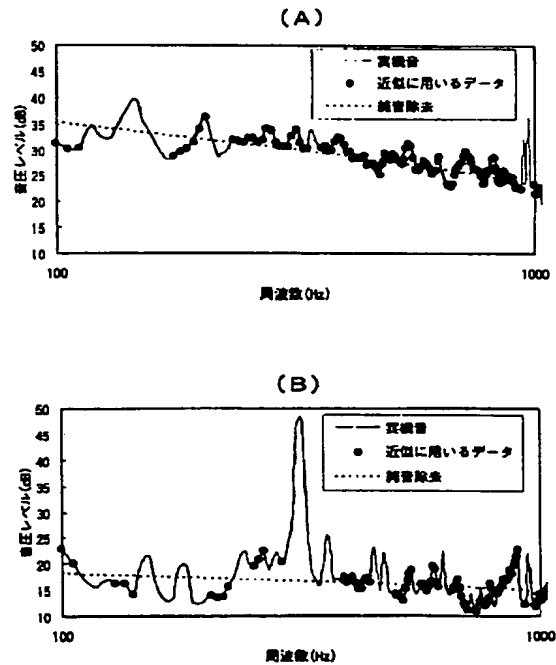
【図2】



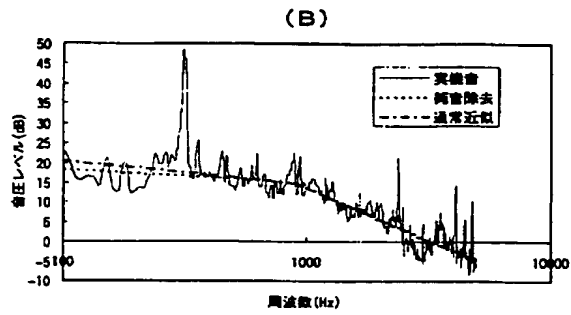
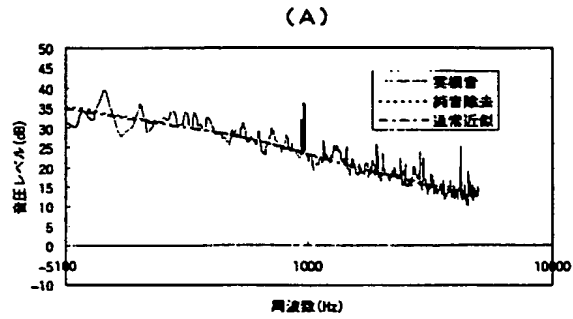
【図3】



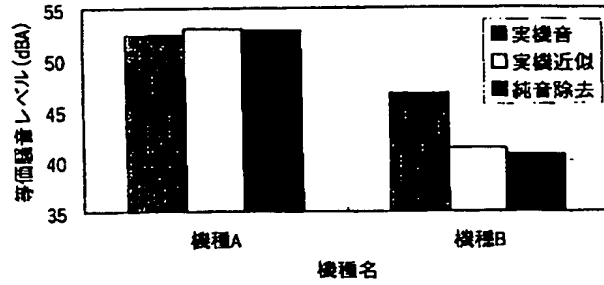
【図5】



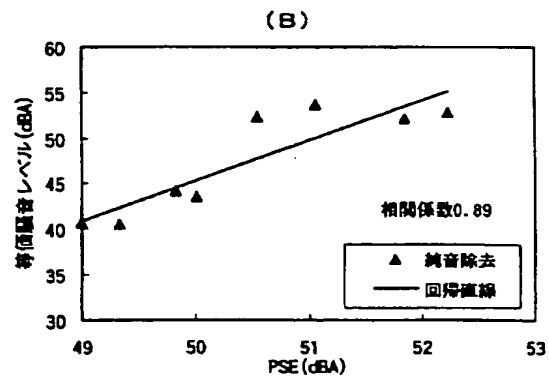
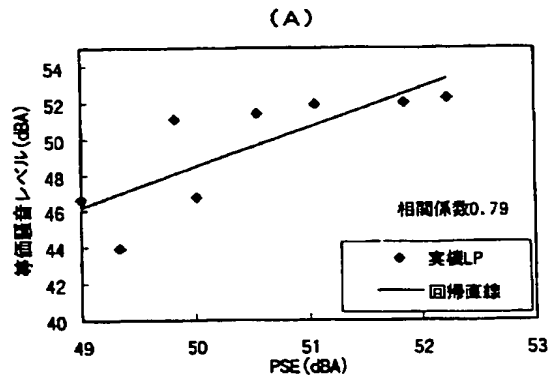
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

